IL SOLE

LEZIONE POPOLARE

DELL'ING. DOTT. ANNIBALE RICCÒ

MODENA
TIPOGRAFIA SOCIALE
1871

IL SOLE

LEZIONE POPOLARE

DELL'ING. DOTT. ANNIBALE RICCÒ

ASSISTENTE NELLA R. SPECOLA DI MODENA, LIBERO DOCENTE DI GEODOSIÀ PRESSO LA R. UNIVERSITÀ, INSEGNANTE DI GEOMETRIA ELEMENTARE E PRATICA NELL'ISTITUTO TECNICO.

Aprile 1871

MODENA
TIPOGRAFIA SOCIALE
Nello Stabilimento Provinciale di S. Filippo Neri

INDICE

I.

IL FIRMAMENTO.

Certamente ognuno di voi, o Signori, ha qualche volta subìto il magico influsso di una bella notte serena, allorchè mollemente carezzati dalla brezza profumata dai fiori della campagna, circondati da un silenzio misterioso, l' occhio ora dolcemente riposa nell' incerta penombra che tutti avvolge e vela gli oggetti e lascia libero campo alla nostra fantasia di attribuire ad essi svariate forme in armonia coi nostri pensieri, coi nostri desiderii; ora lo sguardo nostro si affisa nel vasto firmamento e resta come

affascinato dal vivido e dolce bagliore delle mille e mille scintillanti gemme di cui s'adorna il manto notturno del nostro pianeta.

L'anima è tutta compresa dal senso arcano dell'infinito e ad esso anela con sublimi aspirazioni; rapita dall'incantevole scena che le si para dinanzi, inebbriata dalla voluttà che profondesi da tutta la natura, quasi sciolta dai lacci corporei, spicca il volo verso le sconfinate regioni del cielo e concepisce e si pasce delle più ardite intuizioni sulla essenza degli astri che vi si librano.

Numero delle stelle. — Or se a taluno assorto in quest'estasi ineffabile venisse chiesto qual'è il numero degl'astri che egli contempla e con qual ordine siano distribuiti nel firmamento, è quasi certo che risponderà, che il numero ne è infinito e che sono irregolarmente disseminati nello spazio, come polve dorata portata dal vento.

Ebbene questo sarebbe un doppio errore: esaminando un qualunque catalogo di stelle od osservando una sfera celeste è facile riconoscere che le stelle visibili ad occhio nudo, ossia della 1.ª alla 7.ª grandezza, in tutto il cielo non sono più di 6000, e siccome la volta celeste che noi vediamo limitata tutt'attorno dell'orizzonte, non è che una metà

dell' intera sfera celeste, quelle che si possono contare nel cielo in un dato istante non sono più di 3000.

Causa di quest' illusione sono forse quelle stelle che trovansi al limite della visibilità, ed all' occhio disarmato si mostrano in modo incerto e vago; nella stessa guisa che in un quadro alcune figure sul dinanzi ben dettagliate, e molte altre negl' ultimi piani, appena e leggermente sbozzate e quasi fuse nell' aria producono l' effetto di una folla innumerevole.

Ma se l' occhio si arma di potente cannocchiale, allora la ricchezza del firmamento si dispiega in tutta la sua magnificenza. Col telescopio d' Herschel si contano nel cielo 20 milioni e 1|2 di stelle.

Distribuzione. — Veniamo al secondo errore. Tutti questi astri non sono alla rinfusa gettati nelle profondità dello spazio. Secondo le investigazioni di Struve, Argelander, Secchi, ma specialmente di Herschel, l' abbondanza di stelle è massima presso la via lattea, è 13 volte maggiore che nei punti che ne sono più lontani, anzi col detto telescopio in essa si annoverano 18 milioni di stelle, fra le quali quasi tutte le più brillanti dalla prima alla quarta grandezza. Ben la dipinge Milton nel suo stupendo poema *Pa-*

radise lost, chiamandola « *via il cui suolo è di stelle e la polve d'oro* ». (1)

Nebulosa d'Herschel. — Quest' apparente distribuzione si spiega ammettendo con Herschel che tutte le stelle che ci circondano sieno raccolte in uno sterminato ammasso o disco il cui contorno corrisponderebbe colla via lattea, anzi sarebbe bipartito come essa, presso le costellazioni del *cigno* e dell'*altare.* Tale immensa coacervazione di stelle sarebbe analoga alle nebulose *stellari* che trovansi assai al difuori di essa e per la loro strabocchevole distanza si presentano all' occhio come piccole nuvolette; da ciò il loro nome; ma osservate con poderosi telescopii si risolvono esse pure, in aggregati d' innumerevoli stelle. L' ammasso di stelle che ci circonda esso pure visto ad altrettanta distanza, presenterebbe analogo aspetto. Ad esso fu dato il nome di nebulosa d' Herschel, dal nome del suo inventore.

La forma di questa nebulosa supponendola vista nel senso del suo spessore ossia (come dicesi volgarmente) di taglio è quella di un immenso Y.

(1) A broad and ample road whose dust is gold
And pavement stars, as stars to thee appear
Seen in the galaxyj......

È facile il comprendere come Herschel ne abbia giustamente argomentata la forma dando ad essa maggior estensione in quelle direzioni dove è più grande il numero delle stelle che la visuale incontra.

Dimensioni. — Quanto sterminata sia la grandezza della nebulosa d'Herschel è forse impossibile il farsene un' idea adeguata. Solo dirò che la sua minor dimensione, ossia la grossezza è 80 volte la distanza da noi delle stelle più vicine.

Tutti sanno quanto rapida voli una palla da cannone; ebbene la stella *a del centauro* che è la stella a noi più vicina, non sarebbe colpita dalla palla di un cannone sparato contro di essa oggi, che fra 1 milione e 1\|2 di anni, tanto tempo impiegherebbe il proiettile nell' interminabile cammino.

Se si volesse rappresentare in proporzione la distanza di una delle stelle a noi più vicine che è di 35 000 000 000 000 Kil., in modo che ad un miliardo di Kil. corrispondesse un metro, si dovrebbe tracciare una retta della lunghezza di 35 Kil.

La nostra nebulosa adunque ha uno spessore di 80 volte altrettanto e la lunghezza di 2000; oppure non è che una fra le tanti e tante simili nebulose che sono perdute negli

abissi dello spazio, a distanze affatto incalcolabili ed inconcepibili. Con ragione lo Schiller nel suo poema *Die grosse der Welten* in presenza di sì straordinarie grandezze, grida alla sua fantasia di gettare l'ancora scoraggiata, poichè a nulla giova lo spingersi tant' oltre! (1)

Posto del sistema solare. — Il Sole con tutti i suoi pianeti ossia il sistema solare, entro la nebulosa non è che un punto, un atomo un granello in un monte di sabbia; e trovasi non propriamente nel centro della nebulosa, ma alquanto verso la superficie settentrionale di essa e presso la biforcazione.

Però non sta immobile entro ad essa, il sole seco trascinando tutto il corteo de' suoi pianeti, muovesi con immensa rapidità verso un punto della costellazione d'Ercole.

Il sole adunque, come accennava il divino poeta allorchè disse

« *l'Amor che muove l' sole e l' altre stelle* »

non è nulla più che una stella, anzi una delle minori. Se fosse portato alla distanza delle stelle più vicine, appena lo scorgeres-

(1) Stehi du segelst umsonst! vor dir Unendichkeit
Kühne Seglerin Phantasie
Wirf ein muthloses Ancker hie!

simo ad occhio nudo, quale stella di 5ª grandezza. Sarebbe necessario riunire 150 soli nel posto della stella Sirio, la più bella che brilli nel cielo, perchè splendessero come essa.

II.

ORIGINE DEL SISTEMA SOLARE.

Veniamo ora a parlare dell'origine del sistema solare, ossia del sole e di tutti i pianeti e satelliti. Nè quì alcuno si adombri aspettandosi una serqua di eresie, nè altri atteggi il labbro a scettico sorriso, attendendosi la ripetizione del racconto biblico, poichè io nemmeno mi sforzerò come Fairholme e Wewel di far credere con meschine stiratûre dialettiche, che la genesi si possa spiegare *ad literam*, mediante le attuali cognizioni scientifiche; ma prenderò le mosse da quel punto al quale si possono applicare con sicurezza le deduzioni leggittimamente ricavate da fatti scientifici inconcussi, dei quali appresso terrò parola, e su cui fondasi l'ipotesi ora universalmente accettata, colla quale La-place, Kant, Herschel, Secchi spiegano la formazione del nostro sistema solare.

Nebulosa solare. — In un' epoca remotissima, per milioni e milioni di secoli tutta la materia che ora costituisce il sole ed i pianeti era fusa insieme e disagregata allo stato di vapore o fumo o nebbia o fluido tenuissimo, omogeneo, era ciò insomma che le sacre carte ed i spiritualisti chiamano il *caos* in cui cielo e terra, acqua e fuoco erano trasfusi; era ciò che Hegel, Feurbach, Vogt, Büchner e gli altri materialisti chiamano materia increata, eterna, pensante. (1)

Estensione. — Questa nebbia era diffusa in tutto lo spazio che viene abbracciato dall' orbita dell' ultimo pianeta Netunno, il quale gira alla distanza di 4 miliardi e 1|2 di Kil. del sole.

---

(1) È in vero sorprendente quella divinazione ammirabile colla quale i grandi poeti, quasi spingendo lo sguardo nell' avvenire, rivelano e con grande facilità dipingono alle loro generazioni segreti, che solo ben più tardi la scienza riesce a conquistare. Così Milton nel XVII secolo diceva a proposito dell' origine del sole

...... and from her native east
To journey throngh the aery gloom, begann
Spher' d in a radiant cloud ; for yet the sun
Was, not ....

..... e per lo folto äére buio
Dal nativo oriente il cammin prese
Conglomerata in radiante nube
Che il sole ancor non era.....

Moto. — Questa nube immensa era dapprima dotata di un lento movimento di rotazione intorno a sè stessa, ma addensandosi e diminuendo di volume per il continuo avvicinarsi degli atomi e delle parti che la comprovano, in virtù della loro vicendevole attrazione, si accrebbe la sua velocità, secondo il noto principio di meccanica dell'*eguaglianza delle aree*, e colla velocità aumentossi pure in conseguenza la forza centrifuga, colla quale le parti tendevano ad allontanarsi dall' asse di rotazione; nella stessa guisa che con maggior violenza il sasso tende a sfuggire dalla mano quando si gira la fionda con maggiore rapidità.

Allorchè questa forza centrifuga fu divenuta tanto grande da vincere l'attrazione che teneva riunite le parti, nubi di materia cosmica si staccarono tutt' attorno del nucleo centrale e formarono successivamente diversi anelli concentrici che lo cingevano a distanze sempre decrescenti.

Formazione dei Pianeti. — Questi anelli pel contrasto delle forze attrattive e ripulsive si fransero dividendosi in segmenti la cui materia si raccolse poi in globi o sfere (pianeti in formazione) pure giranti attorno al nucleo centrale ed intorno a sè stessi,

talchè in alcune di essi con un procedimento analogo al predetto, d'attorno agli equatori si staccarono nuovi anelli secondarii che diedero luogo ad altri globi minori, (futuri satelliti) rotanti attorno ai globi o pianeti che li avevano generati ed ancora intorno a sè stessi.

Col procedere del condensamento della materia cosmica il nucleo centrale costituì il sole, i primi globi i pianeti, i secondi i satelliti.

Nè quest' ipotesi campa sulla pura teoria; il telescopio mostra nel cielo nebulose dette *planetarie* che lo spettroscopio (come vedremo) indica costituite da sostanza vaporosa pure disposta in globi ed *anelli* affatto analoghi a quelli della nostra nebulosa primordiale. Dànno pure valido appoggio a quest' ipotesi i movimenti dei pianeti intorno al sole ed intorno a sè stessi, che compionsi tutti nello stesso senso da occidente verso oriente, e quasi nello stesso piano, come se tutti rotolassero su di una tavola nel cui mezzo fosse situato il sole.

Inoltre avvi ancora un pianeta che è Saturno nel quale le cennate evoluzioni sembrano in ritardo rispetto a quelle degli altri pianeti suoi fratelli, perocchè egli presenta attorno a sè anche ora *un anello*, anzi un

sistema di 3 anelli, i quali verrà tempo in cui si trasformeranno in globi che andranno ad accrescere la sua famiglia già numerosa di 8 satteliti che lo circonda.

Finalmente tutte le esposte trasformazioni di una massa fluida rotante, si possono ripetere in minime proporzioni, quasi direi in miniatura, coll'ingegnosa ed elegante esperienza di Plateau.

Si faccia una miscela di acqua e spirito in proporzione tale che un litro di essa pesi come un litro d'olio. Allora versando entro alla mescolanza un po' d'olio, questo non dovrà affondare perchè non è più pesante, ma nemmeno verrà a galla, perchè non è più leggero: cosicchè rimarrà sospeso in qualunque posizione entro la soluzione, e si raccoglierà in un globetto; lo si faccia rotare con una bacchetta, esso si schiaccerà, poi dall'equatore si staccherà un anello, poi questi si romperà e formerà piccoli globetti o pallottole giranti intorno al globo centrale ed intorno a sè stesse nel medesimo senso.

Quest'esperienza ci da ancora una prova della sorprendente estensione e generalità delle leggi della natura, poichè ad essa obbedisce ugualmente la gocciola minuta e la nebulosa sterminata.

III.

IL SOLE

Il nucleo centrale della detta nebulosa solare costituì adunque il sole, quello che Dante chiamò il *maggior pianeta*, sia che presentisse la comunanza della sua origine con quella dei pianeti, ovvero piuttosto che lo considerasse come il principale astro del nostro sistema, quale veramente è.

Grandezza. — Egli infatti è globo ingente di un milione e 1|2 di kil. di diametro, ossia 112 volte più grande di quello della terra, talchè dentro ad esso starebbe allogato un milione e 1|2 di globi eguali al terrestre e 600 volte tutti i pianeti insieme fusi. Se, come dice Arago, s'immagini la terra situata nel centro del sole, la luna vi potrà girare attorno stando dentro al sole, anzi fra essa ed il contorno del sole resterà tanto spazio quanto fra la terra e la luna.

Distanza. — La sua distanza dalla terra è di 150 milioni di kil. Un treno ferroviario impiegherebbe 3 secoli e mezzo a percorrerla, ed una palla da cannone 7 anni. Se in una carta geografica dell'Europa dove la distanza

di 2 200 kil. che separa Malta da Cristiania è rappresentata da un metro, si volesse tracciare in proporzione l'intervallo fra la terra ed il sole, si dovrebbe segnare una retta della lunghezza di 68 Kil.

Attrazione. — Come immane calamita, il sole esercita il suo potere attrattivo fino a 300 milioni di milioni di Kil., turbando forse i movimenti delle stelle a lui più vicine. Ei tiene a sè avvinti i pianeti, i quali gli girano attorno obbedienti, facendogli corteo, nè osano sottrarsi al suo dominio, ed egli da munifico signore li ricambia profondendo su di essi copiosi torrenti di raggi benefici e vivificanti di calore e luce.

Luce del sole. — Dovrebbesi riunire 800 000 lune piene, perchè dessero la stessa luce che il sole; si dovrebbe fare un fascio di 2 300 candele steariche, per illuminare un oggetto quanto fa il sole; e infatti una fiamma di candela posta dinanzi al disco del sole è talmente vinta dal suo splendore che appare come una macchia oscura.

Calore solare. — La temperatura della superficie del sole non è inferiore a 5 milioni di gradi; e questo è indubitato, poichè si giunge a tale risultato tanto colla misura diretta del calore de' suoi raggi, quanto cal-

colando secondo Mayer la quantità di calorico, la quale dapprima era diffusa in tutta la nebulosa che diede origine al sole, poi si raccolse in esso al condensarsi della medesima.

La quantità di calore che trabocca da un metro quadrato della sua superficie è si grande che farebbe agire (supplendone il fuoco) 20 delle più colossali macchine dei bastimenti a vapore.

Quello che emana dall'intero sole in un minuto, sarebbe capace di struggere in vapore 12 milioni di metri cubi di ghiaccio. Ma di tanto ardore che difondesi tutt'attorno, la terra così lontana non ne riceve che una parte su 2 300 000 parti, eppure questa piccola porzione in un anno farebbe squagliare una crosta di ghiaccio di 31 metri che rivestisse tutta la terra, ed equivarrebbe al calore prodotto dalla combustione di uno strato di carbon fossile, alto 0.^{m} 30 cent. che ricoprisse tutta la terra.

Raffreddamento. — Se si pensa che il sole emmette continuamente fiumane di calore e luce, è naturale la dimanda se potrà accadere che in un'epoca più o meno remota, esso si raffreddi ed estingua. È noto che nei tempi storici la temperatura generale della

terra non ha sensibilmente cangiato. Infatti la temperatura delle *caves* della Specola di Parigi non ha variato dal 1780 in poi; la temperatura media di Berlino è costante (in lungo periodo) del 1728 fino ad ora; quella di New-Hafen lo è dal 1778 ecc. Ed inoltre secondo i calcoli del P. Secchi il raffreddamento che subisce il sole è di 1° in 4 000 anni. Adunque non avvi a temere ne per noi ne per molte altre generazioni che venga meno la prima fonte di calore e luce.

Stato del sole. — Possedendo il sole una cotanto elevata temperatura, di molto superiore a quella che può far sfumare in vapore le sostanze le più refrattarie, è facile dar fede a Faye e Secchi i quali opinano il sole non poter essere ne solido ne liquido, ma consistere in un gigantesco ammasso di gaz, fumi e vapori in tale quantità da pesare 738 volte come tutti assieme i pianeti; per modo che comprendesi di leggieri, come gli strati superiori abbiano col loro peso talmente compresso ed addensato gli strati inferiori ed interni del globo da renderlo, in complesso, malgrado il suo stato vaporoso, una volta e mezza più pesante di quel che sarebbe se fosse d' acqua.

Fotosfera. — Se si osserva la super-

ficie luminosa o fotosfera del sole, con un cannocchiale di fortissimo ingrandimento, presenta l'aspetto stesso del nostro cielo quando è coperto da quella nuvolette bianche e splendenti che i meteorologi chiamano *cirro-cumoli* e che lo rendono come pommellato. Ed ancora la mancanza di polarizzazione e le osservazioni spettrali, come appresso vedremo, dimostrano che ben si apponeva Wilson allorchè disse pel primo, essere la superficie luminosa del sole costituita di nubi formate sia da gocciole liquide come le nostre, sia da nembi di polve solida, incandescente, luminosa, come il fumo splendidamente colorato di certi fuochi d'artifizio.

Macchie del sole. — Ma sulla faccia rilucente del sole scopronsi sempre oscure *macchie* che lo deturpano, anzi in queste facilmente distinguesi il *nucleo* centrale affatto nero, ed attorno ad esso la *penombra*. La spiegazione che ne danno i più emminenti astronomi è, che da quando a quando, dall'interno del globo solare più caldo, perchè più difeso del raffreddamento, sollevansi colonne di gaz le quali sciolgono e dissipano le risplendenti nubi della fotosfera, nello stesso modo che le nostre nuvole sono disciolte e disperse dai venti caldi. Colà per-

tanto mancando la fotosfera e perciò la luce, apparisce una macchia oscura. Questa esaminata nelle sue diverse posizioni sulla sfera solare, mostra essere una cavità le cui pareti sono rappresentate dalla penombra, ed il nucleo ne è il fondo, nel quale si depositano i gaz e vapori non luminosi eruttati dall'interno del sole. Questi a po' per volta si raffreddano e ridiscendono nell'interno della massa solare e la macchia scomparisce.

Confermano questa spiegazione alcune macchie le quali presentano una forma spirale, come i gorghi o vortici o turbini che si formano nell'acqua e nell'aria, allorchè colonne di questi fluidi si muovono verticalmente entro la rimanente massa.

Grandezza. — Quanto alla grandezza sono assai frequenti le macchie sulle quali come entro ampia bolgia potrebbe essere inghiottita tutta la terra, ma ne sono apparse delle sì grandi, da essere visibili ad occhio nudo come quella osservata da Hewel nel 1643 che occupava 1|3 del disco solare.

Posizione. — Sono d'ordinario situate di qua e di là del equatore solare e sono portate attorno nel giro che il sole fa intorno a se stesso in 25 giorni e 1|2.

Periodo. — Non vo' lasciare quest' ar-

gomento senza parlare di un fatto notevolissimo. Schwabe di Dessau osservando con mirabile costanza tutti i giorni, per 42 anni le macchie solari, giunse a scoprire aver luogo un massimo numero di macchie ogni 10 anni circa. Ora il P. Secchi ha dimostrato con numerose osservazioni che le aurore boreali e le agitazioni dell' ago magnetico nella bussola, hanno un eguale e coincidente periodo, anzi la straordinaria ed anormale copia di macchie e concomitato da splendide ed estese aurore boreali, da insolite esaltazioni magnetiche e da burrasche. Ciò avvenne appunto nello scorcio dell' anno passato 1870 e nel principio di questo, epoca appunto di un massimo: così il 12 febbraio scorso avvenne un' aurora boreale e nel sole si contavano 100 macchie e l' ago della bussola di declinazione magnetica deviò perfino di 27°.

Facule. — I gaz che sortono dalle ime viscere del sole, nel produrre le macchie, ne sollevano i bordi producendo nella fotosfera prominenze che appaiono ancor più rilucenti, sono come diramate intorno alle macchie e diconsi *facule*.

Eclissi. — Tutto ciò può scorgersi nel sole ad ogni tempo. A malincuore per amore

di brevità e per la mancanza di facondia rinuncio a descrivervi l'imponente spettacolo di un eclissi totale: allorchè il disco sfolgoreggiante del sole viene sostituito dal disco oscuro della luna che a lui si para dinanzi, nero come pece, circondato da una stupenda aureola argentea, brillante quasi come la luna piena. In quei pochi minuti della tololitá, gli oggetti assumono un aspetto sinistro e tetro, i volti delle persone un colore cadaverico; la natura sembra avvicinarsi al suo estremo fine, talchè quantunque sia diminuita, se non l'empietà, certo l'ignoranza degli uomini, pure per ogni eclisse si potrebbe dire anche ora con Virgilio

« *Impiaque aeternam timuerunt saecula noctem.* »

Ma appena la luna scostandosi, lascia passare un raggio solare svanisce ogni apprensione, sul trepido pianeta risvegliasi l'attività e la vita.

Corona solare. — La detta aureola o corona solare non è altra cosa che l'*atmosfera del sole* da esso lui illuminata, la quale lo avvolge tutt'attorno, come la nostra aria circonda la terra, se non che l'atmosfera solare si estende ad un'immensa altezza, eguale ad un ottavo del diametro del sole.

La luce di cui essa risplende, negli ultimi eclissi, fu trovata analoga a quella delle aurore boreali.

Protuberanze rosee. — Entro questa atmosfera e presso al sole veggonsi ondeggiare lingue o fiamme di color rosso, che perciò furono chiamate *protuberanze rosee* e formano uno strato discontinuo intorno al sole, specialmente abbondante nella regione delle macchie.

Anche le *protuberanze rosee* non sono visibili sulla faccia libera del sole, perchè annegate dal suo abbagliante splendore, si possono però sempre scoprire collo spettroscopio e quando si proiettano sul fondo oscuro delle macchie.

IV.

ANALISI SPETTRALE.

A conoscere completamente l'intima compage del nostro luminare ci resta di sapere quali gaz e vapori sieno quelli che lo costituiscono.

Vi prego pertanto di un ultimo sforzo di pazienza ed attenzione, perocchè vi esporrò una delle più meravigliose ed importanti scoperte che onorano il nostro secolo.

Pare invero un' aberrazione della vanità umana, il pretendere di scrutare ed analizzare le sostanze di cui si compongono le stelle, le nubolose, il sole ed i pianeti, senz' altro mezzo di comunicazione che la luce, la quale per l' immensa distanza, quantunque sia messaggiero velocissimo che percorre 300 000 kil. al secondo, pure impiega $8^m. 15^s$ a venirci del sole, 3 anni da *α* del Centauro, 12 della 61ª del Cigno, secoli e secoli per arrivarci dalle stelle e nebulose più lontane, talchè alcune di queste potrebbero esser già spente che noi continueressimo a vederle ancora per mezzo dei raggi che erano già in viaggio fin dall' epoca della loro estinzione.

Kirkoff e Bunsen hanno trovato modo di far parlare questo messaggiero e fargli svelare con eguale esattezza e facilità la natura delle masse enormi che brillano nel cielo, quanto quella del granello impercettibile di un milionesimo di grammo che arde nella fiamma di un lume.

Per modo che con questo mezzo essi scopersero due nuovi corpi semplici, due metalli il *cesio* ed il *rubidio* e recentemente l' inglese Sorby trovò il *jargonio* che nessun chimico conosceva ancora.

Spettro. — Tutti hanno osservato che

allorquando raggi di luce attraversano gemme preziose od oggetti di cristallo si formano i vaghi colori dell'iride. Questo fenomeno riesce più bello, se si usi un prisma di cristallo; allora si ottengono i sette colori semplici che compongono la luce bianca cioè rosso, orange, giallo, verde, bleu, indaco, violetto, succedentesi in bell'ordine, i quali formano ciò che dicesi *spettro.*

Righe di Fraunofer. — Se con uno strumento particolare che chiamasi spettroscopio si ingrandisce e si dilata maggiormente lo spettro, in esso compariscono ancora delle *righe nere* dette di *Fraunofer* loro scopritore.

Principi dell'analisi spettrale. — Ora lo spettro ha aspetto differente secondo la qualità della luce da cui deriva; ed anzi con accurate esperienze si sono stabiliti i seguenti principii, che sono la base dell'analisi spettrale.

I. Lo spettro della luce proveniente da un corpo incandescente *solido* o *liquido* (come sarebbe un carbone, un ferro rovente, l'argento fuso ec.), è formato dai 7 colori, è *continuo e senza righe nere.*

II. Lo spettro dato dalla fiamma di un *gaz* o vapore che abbracia è *discontinuo* e

risulta di *strette righe brillanti* e *colorate* variamente e diversamente distribuite pei diversi gaz.

III. Lo spettro della luce prodotta da un corpo solido o liquido incandescente che, come si disse, sarebbe continuo, viene intersecato da *linee oscure*, quando la detta luce abbia dovuto *attraversare* un *gaz* o vapore men caldo; e quelle righe nere, corrispondono esattamente a *simili righe, ma brillanti*, che per il secondo principio avrebbe prodotto quel gaz nell' abbruciare.

Spettro solare. — Il terzo è appunto il principio da applicarsi al sole: la sua luce infatti, ci da uno spettro *formato dai 7 colori che si succedono* e si fondono insieme quale appunto dev' essere quello generato dalle particelle *solide* o *liquide* che formano le nubi della fotosfera; le *righe nere* poi che vi si osservano, provengono dal dovere i raggi luminosi attraversare l'involucro *atmosferico* del sole, prima di giugnere a noi.

Ecco come l' analisi spettrale conferma l'esposta ipotesi sullo stato fisico del sole.

Analisi del sole. — Veniamo ora ad indagare la composizione chimica del sole.

Imaginate che si siano fatti i disegni degli spettri che si ottengono abbruciando e vola-

tilizzando ossia convertendo in *vapore* tutte le 65 sostanze semplici che esistono sulla terra; per il II° principio si otterrano altrettanti spettri formati da *righe brillanti* di diverso colore e posizione; si confrontino questi spettri, uno per uno, con quello del sole, tutte le volte che le *righe brillanti* di uno di questi coincideranno esattamente con particolari *righe nere* dello spettro solare, vorrà dire che la sostanza alla quale appartiene quello spettro, trovasi nell' atmosfera del sole; perchè nello spettro delle nubi della fotosfera che sarebbe *continuo* produce *righe nere* corrispondenti alle sue *brillanti* quando venisse abbruciata.

Invece di questi disegni si usa lo spettroscopio nel quale contemporaneamente si osserva lo spettro del sole e corrispondentemente quello di una sostanza qualunque che si faccia abbruciare.

Così si è trovato che nel sole vi è l'*idrogeno*, che è il più leggero di tutti i gaz e di tutti i corpi che si conoscano; il *sodio* che entra nella composizione del sal comune, il *calcio* che forma la calce da murare, il *ferro*, il *rame*, il *magnesio*, lo *zinco*, il *nickelio*, il *cromo*, il *cobalto*, il *manganese*, il *bario*, il *titano*. Non vi si è riscontrato il platino, l'oro, l'argento, il piombo, lo stagno ec.

Collo spettroscopio si è pure riconosciuto che le protuberanze rosee sono fiamme immense di gaz idrogeno.

È poi facile il persuadersi che l'atmosfera solare deve contenere emanazioni di tutte le sostanze che costituiscono il sole stesso specialmente se si consideri, l'altissima temperatura a cui si trova, per cui ciò che dicesi della sua composizione deve applicarsi ancora al sole intero.

Però è molto probabile che nel sole esistano ancora oro, platino, piombo ec., quantunque i loro spettri non abbiano riscontro con quello del sole, ma che i vapori di questi corpi pesanti si trovino al fondo in modo che i raggi che essi emettono, non possano giugnere a noi per l'interposizione d'altre sostanze.

Spettri delle stelle. — In modo affatto identico si sono studiati gli spettri delle stelle e si sono raccolti in diverse categorie. Le stelle *gialle* come Arturo, *a* dell'orsa maggiore, la Capra, Aldebaran, Polluce, hanno uno spettro affatto eguale a quello del sole il quale perciò deve mettersi, nella loro categoria.

Spettro delle nebulose. — Lo spettro delle nebulose *planetarie* si può ripro-

durre colla luce di un gaz o vapore portato ad un altissima temperatura e ad estrema tenuità e rarefazione come nei tubi di Geissler.

Questo dà un fortissimo appoggio all'ipotesi della derivazione del nostro sistema solare da una nebulosa. Aggiungerò che in alcune delle dette nebulose scorgesi un punto luminoso, il quale però da uno spettro eguale a quello della parte vaporosa; ciò indica che quello è un nucleo, centro di condensazione, ma che ancora non contiene parti solide o liquide; ciò insomma che si osserva è un sole ed un altro sistema planetario in formazione.

Spettri dei pianeti. — Così coll'analisi spettrale si è potuto riconoscere la composizione e l'età relativa dei pianeti, ossia lo stadio della loro formazione, nel quale si trovano attualmente, anzi si è giunti a concludere che mentre i pianeti più vicini al sole come Mercurio, Venere, Terra, Marte hanno per lo meno una corteccia solida, come quella che noi abitiamo, invece i più lontani (divisi dai primi dalla zona degli asteroidi) Giove, Saturno, Urano, Nettunno sono ancora allo stato fluido e nebuloso, ossia trovansi colle loro evoluzioni e colle fasi delle loro formazioni in ritardo rispetto ai primi, quasi direi

che sono embrioni o feti di mondi, imperfetti ed incompleti.

L'uomo e l'universo. — Noi adunque cogl' occhi della scienza assistiamo alla generazione dei mondi e dei sistemi di mondi. L' universo s' allarga dinanzi a noi, la terra non è che insignificante pollottola in confronto al sole, il sole non è che un granello di sabbia nella nebulosa d' Herschel, questa non è che una minima nuvoletta, un bioccolo di lana perduto nello spazio. (1)

Quale piccolo insetto, qual infusorio microscopio sulla terra può dare un' idea della piccolezza dell'uomo in confronto all'universo! Ma quanto grande, quanto splendido è il lume della sua intelligenza, che si spinge più oltre che i raggi delle stelle, penetra le più lontane ed oscure latebre dello spazio e rischiara e disvela gl' intimi segreti e le fasi della vita dei corpi giganteschi che colà hanno sede!

(1) .... this earth a spot a grain
An atom, with the firmament compar' d.
MILTON.